

Results of the Aeromagnetic Surveys over Some Volcanols in Japan (日本の二,三のカルデラ火山の航空磁気測定及びその結果の解析)

著者	室井 勲
号	203
発行年	1968
URL	http://hdl.handle.net/10097/23417

氏 名・（本 籍）	むろ 室	い 井	いさお 勲
学 位 の 種 類	理	学	博 士
学 位 記 番 号	理	第	2 0 3 号
学位授与年月日	昭和 4 3 年 7 月 1 7 日		
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当		
最 終 学 歴	昭和 3 8 年 3 月 東北大学大学院理学研究科修士課程地球物理学専攻修了		
学 位 論 文 題 目	Results of the Aeromagnetic Surveys over Some Volcanoes in Japan (日本の二, 三のカルデラ火山の航空磁気測 定及びその結果の解析) (主査)		
論 文 審 査 委 員	教 授 加 藤 愛 雄	教 授 山 本 義 一 教 授 鈴 木 次 郎 助教授 高 木 章 雄	

論 文 目 次

	Introduction
Chapter 1	Theory
Chapter 2	Instruments and Method
Chapter 3	Oshima Volcano
Chapter 4	Hakone Volcano
Chapter 5	Towada Volcano
Chapter 6	Onikobe
Chapter 7	Summary
Chapter 8	Acknowledgments
Chapter 9	References

論文内容要旨

緒言

これまでの地殻の構造に関する研究方法は大別すると、地質図、人工地震、地震表面波、重力、地電流、地熱等による諸方法があり、それらには夫々特徴があって、目的に応じて有効な方法が採用され、又はこれらの適当な組合せにより地下構造の研究がすすめられてきた。

本論文は磁気的な方法により地下構造の研究を行ったものである。地磁気の観測により、磁気異常を求めて、磁气的構造を決定するためには、外部磁場の強さとその方向、磁气的物質の様な磁化の強さ(もしくは帯磁率)とその方向、それに磁気能率等が解明されなければならない。これらの未知成分の全ては、直接の観測から得られることが望ましいが、それは不可能である。著者は上記成分の内出来るだけ多くの要素を直接求めることを目的として次の方法を提案した。即ち地表面からの高度を変えて観測をし、磁气的構造の形と深さに関する情報を得且つ、上記の未知成分を決定し、問題の取扱いを容易にして行くというものである。即ち航空機により観測高度を変えて行い、地下の磁気的情報が多く集められれば、構造の解析が容易になると考えるのである。

航空機による観測に適する磁力計としてプロトン磁力計を使用した。これは従来の計器は全く使用に適さないからである。

物性論の分野に於ける核磁気共鳴の原理を応用して開発されたプロトン磁力計は高精度で地磁気の観測が出来、小型、軽量の上、動揺体上でも充分に使用でき、地磁気的全磁力成分の絶対値が直ちに得られるので、航空機からの観測には最も適した磁力計といえる。また航空機の高度を変えることによる観測方法は次の理由で不可欠なものである。即ち全磁力はそのまま地下の構造を反映しないこと又地上附近の影響を避けて深部構造の研究を目的とするためである。

航空磁気測定の特長は短時間に広範囲の観測ができることと高度を適当にえらべるので、地形の影響を少なくして磁気異常の分布が得られる。欠点は気象条件に大きく左右されることである。航空機の高さの不正確さは気圧高度計で $\pm 10\text{m}$ 、カメラによる位置の不正確さは $\pm 10\text{m}$ 程度でこれによる磁気異常は観測した火山地域での航空機の高度及び測定計器の観測精度を考慮しても最大 $\pm 10\gamma \sim 15\gamma$ 程度の誤差になる。従って出来るだけ気象条件の良い時期に観測し上記の誤差以内におさまるように努めた。

第1章 理 論

磁気異常を起す地下構造の型は3種の型がある。第1の型は内部基盤型で地下よりの貫入に依るもので、特徴は地下に無限にのびた型をとり、その例にはdyke があげられる。

第2型と第3型は上部基盤型で基盤の隆起に依って出来、前者は水平方向に無限に広がりを持ち、水平にのびたcylinder 又は板が例にあげられ、後者はそのひろがりがなく、球状のものがこれに属する。

これらの構造による磁気異常は $H = K/r^n - (1)$ で与えられる。ここで H は磁気異常の強さ、 K は構造の幾何学的形及び帯磁率の差による常数、 r は物体の中心から検出部までの距離、 n は幾何学的形による常数である。(1)式で水平 cylinder 又は板の場合には $n = 2$ また球の場合には $n = 3$ 即ち磁気異常は水平にのびた source の場合には距離の 2 乗に逆比例し球状の source は距離の 3 乗に逆比例して変化することを意味する。従って異った距離からの観測で得られた磁気異常の値は地下構造の型と大きさに支配されるので、この方法によって観測することは型と深さとが求められるという利点がある。

以上のような考え方に基き航空機による地磁気の観測を日本の二、三のカルデラ火山について実施し磁氣的構造の解析を行った。

第2章 観測計器及び方法

磁力計はプロトン磁力計本体、検出部、記録計及び電源用電池から構成され、磁場の測定範囲は $35,000 \gamma$ から $55,000 \gamma$ 、測定誤差は $\pm 10 \gamma$ 、測定方式は手動及び 5, 15, 30 秒の時間間隔をもつ自動操作による直読方式である。電池の容量から連続 10 時間の使用が可能である。観測点の位置を決定するための航空カメラは Nikon F を用いた。35mm フイルムを長さ 10m 装填できる専門マガジンをうけ且モータードライブをこのカメラと組合せ、磁力計からの同期信号で遠隔操作をし 250 コマの撮影及び巻き上げを自動的に行った。

実際にはこのカメラを 2 台用いた。使用した精密気圧高度計は 0m から 5,000m までの高度の測定性能を持ち最小 1m までの読取が可能で、航空機の高度のチェックに使用した。観測計器類の重量は全部で 60 Kg である。使用した航空機はシコルスキー S-55 型ヘリコプターで全日本空輸からチャーターした。

磁力計等の計測器は航空機のローターの震動を避けるためアルミの枠で作られた除震台に取付けた。検出部は機体磁気の影響を避けるため機体よりケーブルで 12m 吊下ろした。航空機が 100 Km/h であることから 7.5 秒に 1 回のカウントにより約 200m 毎に地磁気の絶対値を観測し且これに同期した航空カメラで観測点の位置を撮影し、測定点の決定をした。観測人員は記録係と写真係の 2 名である。観測中は地上でも他の磁力計を設置し、日変化の記録をとり、異常な日変化又は磁気嵐の有無を確かめ、観測値の補正に使用した。航空機の離発着基地は、大島では大島空港、箱根では富士写真フイルム小田原工場グラウンド、十和田は十和田町立法量中学校校庭、そして鬼首は鬼首グリーンロッジ広場を使用した。

第3章 大島火山

大島火山は大部分は玄武岩質の溶岩からなり、磁氣的な性質の強いこと、また各方面からの研究調査結果があり比較的詳しく知られた火山であることからこの結果との比較及び観測計器の検定を含めて航空磁気測定のための最初の試みとしてこの火山を選んだ。磁氣的構造の詳しい情報を得るために

可能な限り観測点を多くとり、磁気異常の水平分布のみならず、鉛直方向の様相も調べた。観測は 4000 ft. (1220 m), 5000 ft. (1520 m), そして 6000 ft. (1810 m) の 3 つの高度を 1~2 Km の間隔で東西及び磁氣的な南北方向に行い、他のデーターを参照して構造解析を詳しくそして容易にするように努めた。

得られた磁気マップは大島の北側の地域では目立った変化はみられないが南側では三原山の南にピークを持つ南東の海にまで延びた鰐型の大きな異常を示し、また観測高度が高くなる程、地面近くの構造、即ち浅稍構造の影響が少なくなり、深部構造を反映した異常が卓越していることが判った。高度 8500 ft. 及び 3000 ft. での結果を参照して作制した断面図から上記の事柄は一層明瞭となった。磁気異常の水平分布をより明瞭に知るために、各高度での値から高さに関する二次微分を求め、また 3 面での値から高さに関する磁気異常の勾配を求めた。これより三原山から南東に向って浅い構造から深い構造まで複雑な分布をしていることがわかった。更に磁気異常のスペクトラムを 4000 ft. 及び 6000 ft. の結果から求め比較した。火口に近い程、浅稍構造の存在がはっきりと確認できた。実際の構造を求めるに際しては理論式により形をあらわす n 及び深さ h を求めるのであるがこのような複雑な構造では直ちにこの式を適用することができない。従って磁気異常を Fourier に展開して第一項から順に観測値と比較して理論式により構造の解析を行った。 $n = 2.5 \sim 3.1$ が得られ、いずれも dipole として深さを求めると地表面下 800 m~4 Km になり、重疊した複雑な分布をした構造で、これまで得られなかった全く新しい結果である。火口から南東にのびた大きな磁気異常はこの火山の最大の特徴であるが、重力の結果とよく似ていることはこの火山が磁氣的に強くしかも密度の大きい玄武岩質の溶岩から成っていることを意味している。火口北側の湯場附近は磁氣的構造の最も浅い地域であり重力異常では鞍部を示し、その上この火山の地震の震源域に相当し、硫気孔等を考慮すると将来の噴火口になる様相を示している感がある。

第 4 章 箱 根 火 山

この火山の地磁気の観測は神山を中心に東西、南北いずれも 40 Km の長さに囲まれる箱根カルデラと称される地域で、高度は 5000 ft. (1520 m) と 6000 ft. (1810 m) で 2 Km 間隔にとった南地のコースを行った。その結果得られた磁気異常の特徴は芦ノ湖西の古期外輪山による南北に細長い顕著な正の磁気異常に対してこの東側では全体的に小さい。神山を含む北西-南東方向には小規模な異常が多く分布し、これは地質学の方でのこのカルデラの第 1 期活動期に出来た金時山-霧山構造線と全く一致し、この構造線に沿って噴出した火山によるものであることがわかり、東側では下降したことにより、小さい磁気異常を示し、地質学的な証拠を明確に裏付け出来た。重力異常は神山中心に負を示しカルデラ地形を意味しているが神山及びこの火口丘の磁氣的性質が強くあらわれ、両者の結果からはこれら火口丘の構造的深さは浅く地表面から約 1 Km の値が得られ、この火山の震源の位置と全く同じであることは極めて興味深い。

第5章 十和田火山

観測は十和田湖を中心に東西、南北いずれも約25 Km の長さに囲まれた地質学的にカルデラ地形と考えられている全地域に渡り実施した。高度は4000 ft. (1220 m)と5000 ft. (1520 m)で約2 Kmの間隔で磁氣的に南地方向のコースに飛行した。

この結果、顕著ではないが湖面上では負、rim附近では正の異常を示し、カルデラ地形の特徴が得られた。磁気異常の著しいのはまず子ノ口から奥入瀬川にかけて極めて大きい負の異常で直径が約10 Km, 最大1,400 γ に達し、高度4000 ft. そして5000 ft. でもその差があまりないのはかなり深い構造に起因している。湖の南で休屋の南側には正、負の異常が隣り合せて分布している。これらは全く新しい事実である。中山及び御倉半島の溶岩による異常も得られた。奥入瀬川の異常は地表面下4 Kmに中心を持ち、モーメントが 9.5×10^{14} (C.G.S.e.m.u.)の逆帯磁したdipoleを仮定し、一方休屋南側のそれは地表面下1.1 Kmの深さまで下から貫入した逆帯磁のdykeとそして同じ深さに中心を持ち、モーメントが 1.7×10^{13} (C.G.S.e.m.u.)の逆帯磁したdipoleとが共存していると考えられる。また休屋南の異常と湖の北西の異常とを結ぶ方向はこのカルデラ火山を切る断層線の方と一致し、この方向に分布する異常はこの断層線の割れ目に沿って途中まで貫入して固った溶岩によるものと推定される。上記の2つの顕著な異常は重力、そして地質学の方からは全く説明がつかず、結局この火山の基盤である第三紀の安山岩についての詳しい情報、特に生成年代の決定が望まれる。

第6章 鬼首

多量の火山性砕屑物を押流し、続いて陥没が起って出来た火山性陥没地形で直径が約10 Kmの擬カルデラ地形とみなされている。観測は荒雄岳(984 m)を中心に南地に約25 Km, 東西に15 Kmの地域を5000 ft.の高度で行った。その結果上記大島、箱根そして十和田等の火山程ではないがわずかなカルデラ地形としての異常が得られた。これは、この地域を構成する殆んどの地質は推積岩系のものからなり、火山性といっても全く小規模のものと推定される。もう一つの重要なことは、磁気異常の方から考えられるカルデラの中心は荒雄岳ではなくその西側の石淵附近に存在していることで力武らの重力異常も同様の結果を得ている。

第7章 総括

プロトン磁力計を航空機に搭載し、異った高度からの地磁気(全磁力)の観測を大島、箱根、十和田、鬼首等のカルデラ火山について行い、各々の高度面に於ける磁気異常から磁氣的構造を調べた。その結果、各火山の磁气的特徴を得ることが出来た。

スカラー量である全磁力の観測でも異った高度で行えば大島火山のような地表面から800 m~4 Kmまでの深さに重畳して分布する複雑な構造を充分明らかにすることが出来磁氣的構造の解析に

は極めて有効であることが判った。

更にこの航空磁気測定を地下の深部構造の研究に地質マップの補助手段として用いられることが今日の常識となっていると言っても過言ではない。

論文審査結果の要旨

本論文は航空磁気観測の特徴を巧みに利用し、従来解析不可能であった複雑なカルデラ火山の微細構造を解明し、且この分野の研究方法に関し一つの指針を与えた。

地殻構造の研究は人工地震、重力、地磁気等により行われるが夫々研究対象に応じて最適な方法が採用される。火山に関してはこれまでその磁氣的性質が他の物理量より卓越するので地表面における地磁気異常分布の研究からその構造の解明が行われてきた。しかしながら、観測する地表面には磁気異常の大きい岩石が複雑に分布し、地下構造の適確な情報を得る為には大きな障害となっていた。更に火口近辺及び地形上げわしい場所は、測定不可能な為、研究資料が充分でなかった。

著者は、これらの問題を解決するため航空機にプロトン磁力計を搭載し、必要とする全地域について夫々測定高度を変え観測を行い、その結果地上附近の磁気異常を雑音と考え、消去し、更に夫々の高度面に依る磁気異常の減衰の特性から地下構造の形及び複雑な磁氣的物質の分布の解析を可能にした。

著者は、以上の方法に基づき、大島、箱根、十和田、鬼首のカルデラ火山の構造解析を行った。大島火山については測定高度を 4000 ft. 5000 ft. 6000 ft. と変え、測線間隔 1~2Km にて観測を行い、その結果磁気異常の水平分布のみならず鉛直方向の分布に関して従来得られなかった複雑な構造が解明された。即ち大島の三原火口より南東に延びる大島火山の主体となる深部構造に現在の火口を作る火山構造が重畳し、更にその北側に磁氣的浅処構造が本研究により初めて確認され、その位置が現在の火山地震活動の分布と一致している事は極めて興味深い。箱根火山に関しては、中央火口丘を通る南北の線により西と東に極めて著しい特徴があり、地質学から推定されている断層と一致している。このような複雑な箱根カルデラ火山であるが、磁気異常図の解析により、カルデラ火山と断層との組合せによる火山の特質を極めて鮮明に表わしている。更に十和田カルデラ火山に関しては、カルデラ地形と無関係に十和田湖東北に著しい負異常があり、著者は岩石磁気及び重力の解析結果を組合せ逆帯磁した地下構造の存在を明らかにした。又鬼首凝カルデラ火山に関しては、磁気異常分布及び重力異常分布からその中心は地形的なカルデラの中心より少々西に偏していると結論した。

以上著者の研究は、航空磁気観測の特徴を良く利用し複雑なカルデラ火山の詳細な構造の解析を可能にし、火山研究の進展に貢献する処大である。

よって室井勲提出の論文は理学博士の学位論文として合格と認めた。